

## ЭЛЕКТРОННАЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ

А. А. ТЕРЕЩЕНКО, В. А. КОЧЕГУРОВ, П. П. ПОПОВ

(Представлена научным семинаром НИИ АЭМ при ТПИ)

Одним из важнейших факторов, обуславливающих рост добычи нефти, является дальнейшее совершенствование техники и технологии бурения. Развитие техники бурения невозможно без широкого внедрения методов и средств систематического контроля за процессом бурения и исследования технологического процесса. Для этих целей необходимы простые и надежные контрольно-измерительные приборы достаточной номенклатуры.

К параметрам, которые необходимо контролировать, относятся: вес бурового инструмента, давление, расход, температура и плотность глинистого раствора, угловая скорость и скорость подачи инструмента и т. д.

Разнообразие контролируемых и измеряемых величин в процессе бурения вызвало создание аппаратуры различных типов и конструкций в индивидуальном исполнении, не рассчитанных в большинстве случаев на компоновку их в комплекте, что усложнило их обслуживание и наблюдение за ними бурильщиком.

Кроме того, ряд серийно выпускаемых измерительных приборов являются гидравлическими. Такие приборы неудовлетворительно работают в условиях низких температур и не позволяют передавать их показания на расстояние.

Ниже описывается электронная контрольно-измерительная аппаратура блочного исполнения из однотипных узлов, позволяющая осуществлять непрерывный контроль и передачу показаний приборов на запись.

Для осуществления лучшего контроля и управления процессом бурения применен контрольный пульт бурильщика, куда вынесены показывающие приборы всех датчиков.

Щит регистрирующих приборов, а также электронная часть контрольно-измерительной аппаратуры при неблагоприятных климатических условиях могут быть установлены в культбудке, так как электронная аппаратура размещена в отдельном переносном шкафу. Особенности контрольно-измерительной аппаратуры могут быть рассмотрены на примере схемы датчика давления глинистого раствора (рис. 1), поскольку схемное исполнение всех приборов одинаково и отличаются они друг от друга только первичными датчиками.

Как видно из рис. 1, электронный датчик давления содержит первичный индуктивный датчик и преобразовательный блок.

Первичный датчик обеспечивает преобразование давления глинистого раствора в пропорциональное электрическое напряжение. Преобразовательный блок усиливает это напряжение до необходимой величины и передает на показывающий и регистрирующий приборы. С целью уменьшения погрешности первичного датчика и улучшения его регулировки предусмотр-

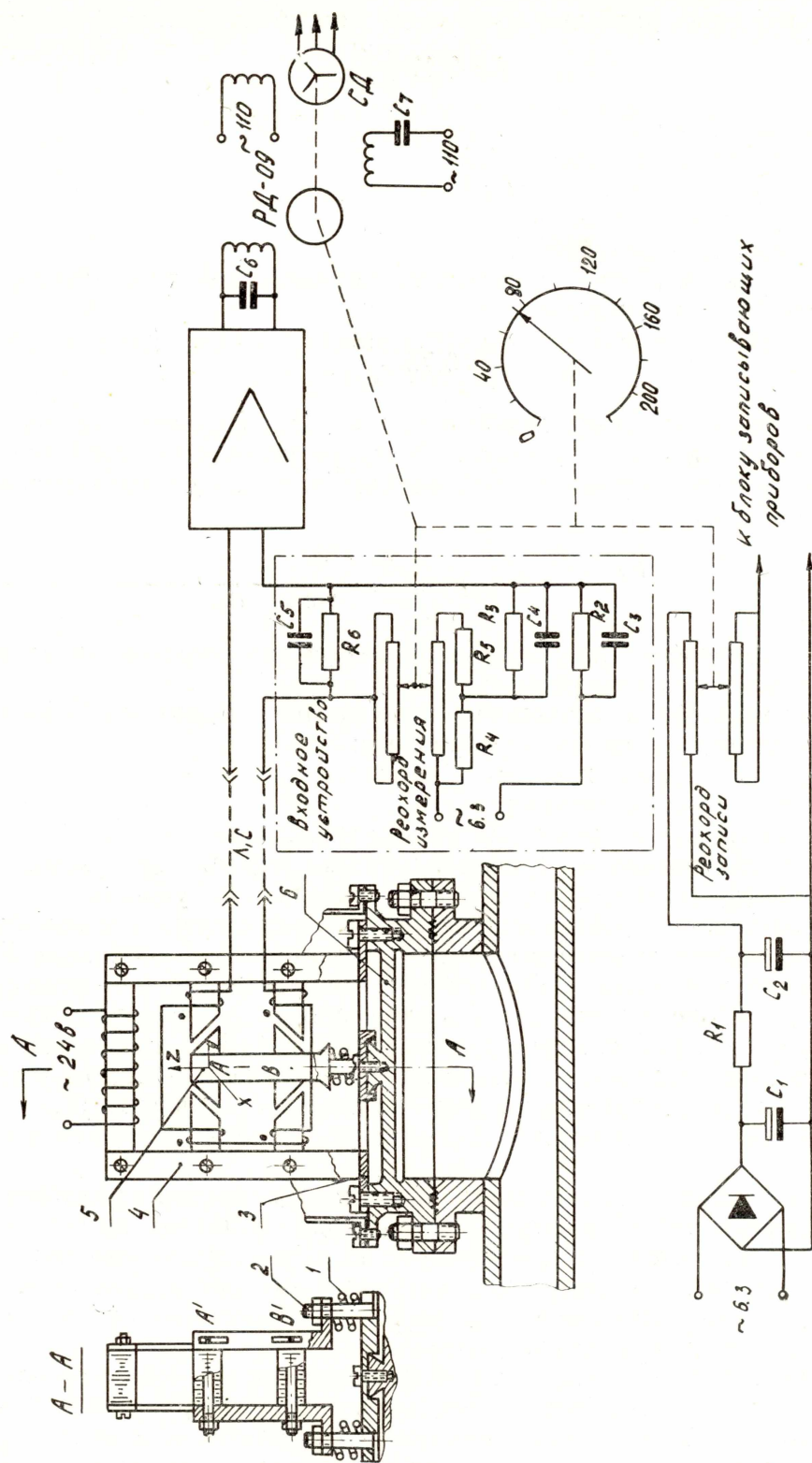


Рис. 1.

рена пружина 1 и четыре подшипника, установленных в точках  $ABA'B'$ , обеспечивающие строго фиксированное перемещение подвижного сердечника 5.

Мембрана 6 датчика изготовлена из термически обработанной бериллиевой бронзы Бр Б2, имеющей петлю гистерезиса порядка 0,2—0,5% [1], выгодно отличающуюся от других материалов.

Работает датчик следующим образом.



Под действием давления происходит прогиб мембраны 6, равный [2]:

$$f = 0,17 \frac{GR^4}{E\delta^3}, \quad (1)$$

где  $f$  — прогиб, см;

$G$  — давление в камере, кг/см<sup>2</sup>;

$E$  — модуль упругости, кг/см<sup>2</sup>;

$R$  — радиус мембраны, см;

$\delta$  — толщина мембраны, см;

При этом максимальное напряжение, возникающее в мембране, может быть найдено из выражения

$$\sigma = 0,75 \frac{GR^2}{\delta^2}. \quad (2)$$

Под действием прогиба мембраны происходит перемещение подвижного сердечника индуктивного датчика. Смещение подвижного сердечника датчика вызывает пропорциональное изменение э. д. с.  $E_\Delta$ , индуцированной в его вторичной обмотке

$$E_\Delta = U \frac{W_0}{W} \frac{h_0 - 2h_1}{\frac{2Kh_1(h_0 - h_1)}{S} \cos \alpha + h_0}, \quad (3)$$

где  $h_1$  — перемещение по вертикали подвижного сердечника от нижней грани магнитопровода;

$h_0$  — максимально возможное перемещение подвижного сердечника;

$S$  — площадь грани магнитопровода;

$\alpha$  — угол наклона граней;

$U$  — напряжение питания,

$W_0$  — число витков в каждой из вторичных обмоток;

$W$  — число витков в первичной обмотке (обмотке возбуждения);

$K$  — коэффициент, учитывающий явление выпучивания.

Преобразовательный блок представляет собой следящую систему (рис. 1), состоящую из схемы сравнения, фазочувствительного усилителя УМ-239, реверсивного двигателя (РД-09) и цепи обратной связи — реохорда измерения. Для передачи результатов измерения на расстояние служит сельсин датчик (СД), кинематически связанный с РД-09, а для записи служит реохорд записи, также кинематически связанный с РД-09. Для изменения пределов измерения датчика давления служит сопротивление  $R_6$ .

Принцип действия преобразовательного блока заключается в следующем.

Выходное напряжение датчика давления  $E_\Delta$ , пропорциональное давлению, сравнивается с напряжением реохорда. Величина рассогласования усиливается усилителем и воздействует на реверсивный двигатель, который, вращая реохорд измерения, устраняет это рассогласование. Таким образом давление глинистого раствора преобразуется в угол поворота выходного вала реверсивного двигателя.

На рис. 2 представлена экспериментальная зависимость показаний прибора от свойств мембраны и следящей системы. Кривые 4 и 2 соответствуют влиянию петли гистерезиса мембраны, снятые при плавном увеличении давления (кривая 4) и при плавном уменьшении давления (кривая 2). Кривые 5 и 1 соответствуют погрешности, вызванной зоной нечувствительности следящей системы.

Обработка экспериментальных данных показала, что погрешность, вызванная петлей гистерезиса мембраны, составляет 0,25%, а следящей системой — 0,39%.

Нелинейность шкалы составляет  $\sim 2\%$ .

Выполнение электронной схемы по принципу следящей системы позволило существенно устранить зависимость показания прибора от колебания напряжения питающей сети.

Экспериментальные исследования показали, что при колебаниях питающего напряжения в пределах  $\pm 40$  в погрешность прибора составила порядка 1%.

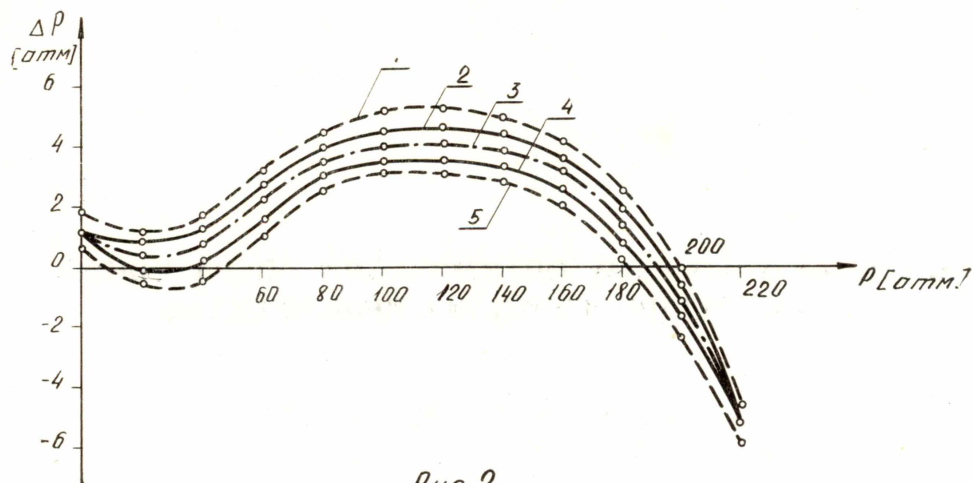


Рис. 2.

Разработанный датчик не требует применения низкотемпературных разделительных сред, так как движущийся поток глинистого раствора воздействует непосредственно на мембрану, что существенно важно при эксплуатации прибора в условиях низких температур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Е. Андреева. Упругие элементы приборов. Матгиз, 1962.
2. Л. Ф. Куликовский. Электрические измерительные приборы для контроля процесса бурения. Гостехиздат, 1952.